DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang. 26. Juli 1918. Heft 30.

Baron Roland v. Eötvös zum 70. Geburtstage.
Seine Untersuchungen über die Gravitation.

Von Prof. Dr. Karl Tangl, Budapest.

Baron *R. von Eötvös'* Untersuchungen über Proportionalität der trägen und der schweren Masse sind in *Einsteins* allgemeiner Relativitätstheorie von grundlegender Bedeutung geworden. Da *Eötvös'* Forschungen über Gravitation wenig bekannt zu sein scheinen, so dürfte ein kurzer orientierender Bericht über diese Arbeiten das Interesse der Physiker finden. Eine willkommene Veranlassung dazu bildet der Umstand, daß Baron *R. v. Eötvös* am 27. Juli seinen 70. Geburtstag feiert. Der Gruß der Physiker sei dem unermüdlichen Forscher entboten, der in stiller Arbeit Bedeutendes schuf.

Eötvös' Name wurde zuerst durch seine Arbeiten über Kapillarität bekannt[1]). Die Frucht dieser Untersuchungen war das Eötvössche Gesetz über die molekulare Oberflächenenergie der Flüssigkeiten, das seitdem Gemeingut der Wissenschaft geworden ist. Seit dem Jahre 1887 ist Professor *v. Eötvös* fast ausschließlich mit der Erforschung der Schwere und Gravitation beschäftigt. Es soll ganz kurz der hauptsächliche Gegenstand und Methode dieser Untersuchungen behandelt werden.

Bei diesen Experimenten handelt es sich in erster Reihe um *die Bestimmung der räumlichen Variationen der Schwerkraft.* Das Pendel läßt dieselben nur bei Beobachtungen an Orten, die weit von einander getrennt sind, erkennen; die Wage, obwohl empfindlicher, gibt nach *v. Jolly* nur die Änderung der Schwere in der Vertikalen. Mittels der Eötvösschen Instrumente lassen sich die Variationen an Punkten von einigen Dezimetern gegenseitigem Abstand, d. h. durch Beobachtungen an einem einzigen Orte bestimmen[2]).

Bekanntlich läßt die Schwere ein Potential zu, dessen Differentialquotienten nach den Koordinaten die entsprechenden Schwerekomponenten darstellen. Die räumlichen *Variationen* der Schwerkraft sind durch *deren* Differentialquotienten nach den Koordinaten charakterisiert, d. h. durch die *zweiten* Differentialquotienten des Potentials. Es gibt deren 5 unabhängige, wovon 4 nach *Eötvös* meßbar sind. Legt man durch einen Punkt A des Schwerefeldes ein Koordinatensystem, dessen z-Achse die Richtung der Schwerkraft hat, dessen x- und y-Achse also horizontal sind, so ist die Beschleunigung $g = \frac{\partial U}{\partial z}$, wenn U das Potential ist. Die Eötvössche Methode liefert

$$\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}, \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x} \text{ und } \frac{\partial^2 U}{\partial y \partial z} = \frac{\partial g}{\partial y}.$$

Diese Quotienten hängen eng mit den Krümmungsverhältnissen der Niveaufläche und der Kraftlinie zusammen, die man durch A legen kann. Die z-Achse ist die Normale im Punkte A der Niveaufläche. Legt man die x- und y-Achse in je einen Hauptabschnitt der Niveaufläche und sind ϱ_1 und ϱ_2 die Krümmungshalbmesser der Schnittkurven mit der x_z- bzw. y_z-Ebene, die Hauptkrümmungsradien der Niveaufläche, so wird

$$\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2} = \frac{1}{g}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right); \quad \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y} = o.$$

(g = Beschleunigung in A.) Die übrigen zwei Quotienten $\frac{\partial g}{\partial x}$ und $\frac{\partial g}{\partial y}$ haben eine anschauliche Bedeutung: sie geben die Änderung der Größe der Schwerkraft, wenn man in Richtung der x- bzw. y-Achse um 1 cm fortschreitet ($dx = 1$, $dy = 1$). Sie sind außerdem mit der Gestalt der Kraftlinie in A verknüpft. Die Kraftlinie steht senkrecht zur Niveaufläche, ist aber natürlich gekrümmt. Schreitet man auf ihr mit 1 cm nach unten, nach B (Fig. 1), so hat die Schwerkraft dort eine andere Richtung als in A, denn die Kraftlinie ist gekrümmt und ihre Tangente zeigt die Richtung der Schwerkraft an. Nun kann man denken, daß diese Richtungsänderung dadurch zustande kommt, daß in B zu der in A wirkenden Schwerkraft eine horizontale Kraftkomponente hinzutritt, die eben die Richtungsänderung bewirkt, und die mit der x-Achse einen Winkel α einschließt. Diese horizontale Kraft sei H, ihre Komponente nach der x- und y-Achse also $H \cos \alpha$ bzw. $H \sin \alpha$. Es ist leicht einzusehen, daß $H \cos \alpha = \frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right) = \frac{\partial^2 U}{\partial x \partial z} = \frac{\partial g}{\partial x}$, und ebenso $H \sin \alpha = \frac{\partial g}{\partial y}$ ist, und der Winkel, den die Schwerkraft in B mit jener in A einschließt,

$$= \frac{1}{g}\sqrt{\left(\frac{\partial g}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial g}{\partial y}\right)^2} \text{ ist.}$$

Zur Bestimmung dieser Quotienten bediente sich Professor *Eötvös* der *Coulombschen Drehwage*, und zwar in zwei verschiedenen Formen. Die *erste Form* ist ein horizontaler hohler Balken, an seinen beiden Enden mit Massen beschwert. Der Balken hängt an einem dünnen Platindraht und ist mit einem kleinen Spiegel versehen (Fig. 2).

[1]) Wied. Ann. 27, 448, 1886.
[2]) Wied. Ann. 59, 354, 1896 und Rapport an Congr. Intern. de Phys. *III.* 371, 1900.

Mit dieser Wage wird die Richtung der Hauptkrümmungen sowie $\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}$ bestimmt, also die Werte von $\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}$ und $\frac{\partial^2 U}{\partial x \partial y}$, und zwar auf Grund folgender Überlegung: Wir denken uns durch den Mittelpunkt A des Balkens die Niveaufläche gelegt; da diese gekrümmt ist, ändert sich die Richtung der Schwerkraft längs des Balkens. Die Schwere G_1 und G_2 der Massen an den Enden haben also verschiedene Richtungen. Liegt der Balken in einem der Hauptschnitte, so bleiben G_1 und G_2 in jener Ebene, die man durch den Balken und die Normale von A (Platindraht) legen kann, das heißt, in der Normalebene durch den Balken. Bei jeder anderen Richtung des Balkens, wo er mit der Richtung der kleinsten Krümmung $\frac{1}{\varrho_1}$ den Winkel ϑ einschließt, tritt aber die Kraft G_1 und G_2 aus der durch den Balken gelegten normalen Ebene heraus, hat also eine Komponente senkrecht zu dieser Ebene. G_1 und G_2 geben also ein Drehmoment in bezug auf den Aufhängedraht, das den Balken in die Richtung von ϱ_1 zu drehen, den Winkel ϑ zu verkleinern strebt. Dieses Drehmoment ist gleich $\frac{K}{2}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right)\sin 2\vartheta$, wo K mit großer Annäherung das Trägheitsmoment des Balkens in bezug auf den Aufhängedraht bedeutet. Dadurch wird der Draht um einen Winkel φ gedrillt und $\tau\varphi = \frac{K}{2}\left(\frac{\partial^2 U}{\partial y^2} - \frac{\partial^2 U}{\partial x^2}\right) \sin 2\vartheta$.

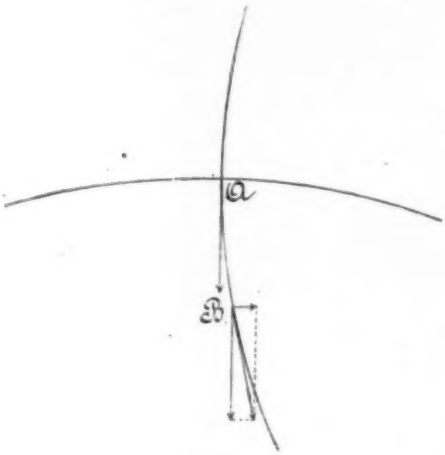

Fig. 1.

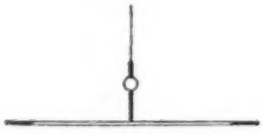

Fig. 2.

In einer einzigen Stellung läßt sich nun zwar der Winkel φ nicht messen; dreht man aber den ganzen Wagekasten samt Torsionskopf um eine vertikale Achse, so daß der Balken mit ϱ_1 nunmehr den Winkel ϑ^1 einschließt, so verändert sich auch die Drillung des Drahtes, sie wird nun φ^1, und $\varphi^1 - \varphi$ kann mit Hilfe der am Balken und Gehäuse befestigten Spiegel durch Skalenablesung gemessen werden.

Die räumlichen Variationen der Schwerkraft, namentlich die Verschiedenheit der Hauptkrümmungen der Niveaufläche haben also zur Folge, daß die relative Stellung des Balkens zum Gehäuse eine andere wird, wenn man das Gehäuse samt Torsionskopf um eine vertikale Achse dreht. Dreht man z. B. den ganzen Apparat um 90°, so dreht sich der Balken nicht auch um 90°; diese Differenz wird mit Skala und Fernrohr gemessen. Schon drei Stellungen des Balkens genügen, um ϑ, also die Richtung der Hauptkrümmungen, sowie $\frac{1}{\varrho_1} - \frac{1}{\varrho_2}$ zu bestimmen.

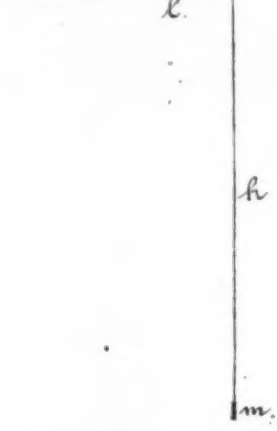

Fig. 3.

Die zweite Form der Coulombschen Wage,[1]) mit der $\frac{\partial g}{\partial x}$ und $\frac{\partial g}{\partial y}$ bestimmt werden, ist von der früheren nur dadurch verschieden, daß eine der Massen am Ende des Balkens unterhalb dieses angebracht ist (Fig. 3): sie hängt an einem Faden, der am Ende des Balkens befestigt ist.

Wir haben gesehen, daß infolge der Krümmung der Kraftlinie die Schwerkraft auf die untere Masse m_2 eine andere Richtung als die auf die obere m_1 annimmt; dies kann so gedeutet werden,

[1]) s. Heft 14 dieses Jahrganges, S. 166.

daß die Kraft auf m_2 von jener auf m_1 in einer horizontalen Komponente verschieden ist. Diese horizontale Komponente gibt wieder eine Drillung des Aufhängedrahtes (des oberen natürlich), die in einer einzigen Stellung wieder nicht meßbar ist; dreht man aber den ganzen Apparat mit 180° um eine vertikale Achse, so wird jetzt der Draht in entgegengesetzter Richtung um ebensoviel gedrillt, das heißt: dreht man den Kasten um 180°, so dreht sich der Balken nicht auch um 180°. Die Differenz der Einstellung des Balkens relativ zum Kasten kann ebenso wie früher gemessen werden. Lag der Balken in Richtung der x-Achse, so ist obige Differenz proportional zu $\frac{\partial g}{\partial y} l h$ (Fig. 3). Ebenso verfährt man, wenn man von der zur früheren senkrechten Stellung des Balkens ausgeht, wo er also in Richtung der y-Achse lag; durch eine Drehung um 180° bekommt man $\frac{\partial g}{\partial x} l h$.

Nach der kurz geschilderten Eötvösschen Methode können also die räumlichen Variationen der Schwere durch Beobachtungen an einer einzigen Stelle bestimmt werden, mit Ausnahme von $\frac{\partial g}{\partial z}$, der Veränderung der Größe der Schwere mit der Tiefe; in bezug auf diese Größe ist man auch weiterhin auf die Wage nach *v. Jollys* Methode angewiesen. Über die Einrichtung der Instrumente, sowie über die unter Professor *Eötvös'* Leitung in den verschiedensten Teilen Ungarns ausgeführten zahlreichen Messungen soll in dieser Zeitschrift in einem ausführlichen Aufsatz später berichtet werden.

In das Jahr 1890 fallen die klassischen Experimente *Eötvös'* über die *Proportionalität der trägen und der schweren Masse*[1]). Die Frage drängte sich in der Form auf, ob die Anziehung der Erde auf irdische Körper verschiedener materieller Konstitution verschieden sei. Gestützt auf Messungen mit der Coulombschen Wage erster Form konnte Prof. *Eötvös* die Frage mit viel größerer Genauigkeit beantworten, als vor ihm *Newton* und *Bessel*.

Die Schwerkraft ist die Resultante zweier Kräfte: der Anziehungskraft der Erde und der Zentrifugalkraft, einer Trägheitskraft. Diese zwei Kräfte sind im allgemeinen von verschiedener Richtung. Der Winkel ist nahezu gleich 180°—φ (φ = geographische Breite). Ist also die Anziehungskraft auf verschiedene Substanzen verschieden, das heißt, ist die schwere Masse mit der trägen Masse *nicht* proportional, so müßte auch die *Richtung* der Schwerkraft als Resultante der beiden genannten Kräfte auf verschiedene Stoffe verschieden ausfallen. Würde die Anziehung auf 1 g träger Masse aus verschiedenem Stoffe um $^1/_{20\,000\,000}$ verschieden sein, so würde die Schwere auf beide Stoffe eine Richtungsdifferenz von $^1/_{60\,000}$ Sekunde zeigen. Das Pendel ist viel zu unempfindlich, um Richtungsänderungen solcher Größenordnung anzuzeigen; mit der Eötvösschen Wage erster Form sind sie aber nachweisbar. Professor *Eötvös* befestigte an den Enden des horizontalen Balkens der Coulombschen Wage zwei Körper aus verschiedenem Stoffe, z. B. eine Messingkugel an einem, ein Stück Glas, Kork usw. am anderen Ende. Der Balken wurde auf den Meridian senkrecht gestellt. Wäre die Richtung der Schwerkraft auf die beiden Stoffe verschieden, so würde daraus ein Drehungsmoment in bezug auf den Aufhängedraht entstehen, und der Faden müßte dadurch gedrillt werden. Wird nun das Gehäuse samt Torsionskopf um 180° gedreht, so würde der Draht um ebensoviel in entgegengesetzter Richtung gedrillt werden, das heißt, der Balken würde um mehr oder weniger als 180° gedreht werden (in seiner Ruhelage natürlich). *Eötvös* benutzte im Jahre 1890 eine Coulombsche Wage, die bei obiger Behandlung eine Differenz von 1 Bogenminute im Einstellen des Balkens gegeben hätte, wenn die Anziehung der Erde auf die beiden Stoffe um $^1/_{20\,000\,000}$ verschieden gewesen wäre. Der Balken zeigte aber keine nachweisbare Differenz der Einstellung. Auf Grund dieser Experimente ist also die Proportionalität zwischen träger und schwerer Masse bis auf $^1/_{20\,000\,000}$ gesichert.

Seitdem hat Professor *Eötvös* diese Untersuchungen mit empfindlicheren Wagen wiederholt die Gleichheit der Anziehungskraft bis auf $^1/_{200\,000\,000}$ bewiesen. Diese letzteren Messungen bilden den Gegenstand der Göttinger Preisschrift aus dem Jahre 1909, die mit dem Benecke-Preis gekrönt wurde. Diese Schrift ist leider nicht publiziert; über ihren Inhalt soll der demnächst erscheinende Aufsatz in dieser Zeitschrift ausführlicher berichten.

—

Im Laufe seiner Untersuchungen beschäftigte sich Prof. *Eötvös* auch mit der *Bestimmung der Gravitationskonstante* nach einer dynamischen Methode, bei welcher die Veränderung der Schwingungsdauer der Coulombschen Wage unter der Wirkung von anziehenden Bleimassen verwertet wurde. Die Methode ist sehr empfindlich, was daraus ersichtlich ist, daß die Schwingungsdauer, je nach der Lage der Wage, den anziehenden Massen gegenüber 641 bzw. 860 Sek. betrug. Diese Versuche sind noch nicht abgeschlossen, daher nur die Bemerkung, daß die bisherigen Beobachtungen den Wert dieser Konstante zu $f = 0{,}66510^{-7}$ um kaum $^1/_{500}$ des Betrages abweichend festsetzen.

Endlich sei noch bemerkt, daß Prof. *Eötvös* die Empfindlichkeit seiner Instrumente soweit steigern konnte, daß die Anziehung einer in 5 m Entfernung angebrachten Masse von 300 Kilogramm sicher nachweisbar war. Die Steigerung der Empfindlichkeit geschah ähnlich wie bei Galvanometrie durch Kompensation, wobei als kompensierende Kraft die Massenanziehung selbst diente.

---

[1]) Math. und Naturw. Ber. aus Ungarn 8, 65, 1891. Beibl. *XV*, 688, 1891.

Submikroskopische Experimentalphysik.

(Bericht über die Ehrenhaftschen Arbeiten aus der Physik des Millionstel-Zentimeters[1]).

Von Dr. D. Konstantinowsky, Wien.

(Fortsetzung.)

IV. Die Elektrizität.

§ 13. Elektrisch geladene Probekörper. — Der Entstehungsgeschichte nach steht zu erwarten, daß die aus dem Lichtbogen entstammenden Teilchen elektrisch geladen sein werden. Welcher Art sind nun diese Zustandsformen der Partikelchen, die wir unter der Bezeichnung „elektrische Ladung" in die physikalischen Begriffe einreihen?

Wird ein Gasstrom mit suspendierten Kügelchen in den Beobachtungsraum geleitet, so steigen die sichtbar werdenden Lichtpünktchen — da die Bilder durch das Mikroskop umgekehrt werden — langsam in die Höhe, die lichtstärkeren, größeren, rascher, die lichtschwächeren, kleineren, langsamer, wie dies die Bewegungssätze der Fallbewegung erwarten ließen. Ein zwischen den Platten P_1 und P_2 hervorgerufenes elektrisches Feld verändert mit einem Schlage das Bild.

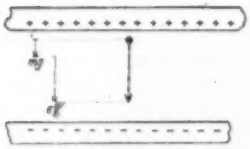

Fig. 5.

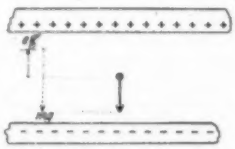

Fig. 6.

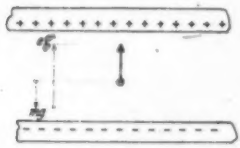

Fig. 7.

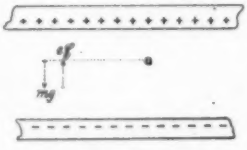

Fig. 8.

Es gibt erstens Teilchen, die in raschere Fallbewegung geraten: die elektrischen Kräfte unterstützen offenbar die Schwerkraft. (Fig. 5.) Zweitens Teilchen, deren Fallbewegung unter Einfluß des elektrischen Feldes eine langsamere wird. (Fig. 6.) Die elektrischen Kräfte wirken der Schwere entgegen, können jedoch nur einen Teil der herabziehenden Schwerkraft aufheben; dann gibt es aber auch drittens Teilchen, die von dem elektrischen Felde der Richtung des Schwerefeldes entgegen gehoben werden, bei welchen sonach die elektrischen Kräfte, welche der Schwere entgegenwirken, überwiegen. (Fig. 7.) Viertens können hie und da Teilchen nahezu schwebend beobachtet werden oder die Spannung an den Kondensatorplatten mit Absicht so gewählt werden, daß die Teilchen fast keine Auf- oder Abwärtsbewegung zeigen. (Fig. 8.) Die elektrischen Kräfte halten dem Gewichte des Teilchens nahezu das Gleichgewicht. „Ein Ausschalten des elektrischen Feldes unter gleichzeitigem Kurzschließen der beiden Kondensatorplatten sistiert sofort die Beeinflussung durch das elektrische Feld und sämtliche Teilchen kehren zu ihrer regelmäßigen Fallbewegung zurück."

Die beschriebenen Erscheinungen lassen sich demnach zwanglos durch die Annahme erklären, daß die Partikeln elektrisch geladen sind.

Wird das Feld zwischen den Platten ausgeschaltet, und ein Radiumpräparat in die Nähe des beobachteten Kügelchens gebracht, so bemerkt man nach dem neuerlichen Einschalten des elektrischen Feldes, daß sich der elektrische Ladungszustand des Partikels geändert haben muß, denn die Geschwindigkeit unter dem Einflusse des nämlichen elektrischen Feldes hat sich gegenüber derjenigen vor der Bestrahlung durch das Radiumpräparat geändert. Es gelingt, den Ladungszustand eines Kügelchens willkürlich zu ändern.

Auf die gleiche Weise kann man (z. B. durch Verdampfung erzeugte) ungeladene Teilchen in den elektrisch geladenen Zustand versetzen.

§ 14. Die Messung der elektrischen Ladung nach der dynamischen Methode. — Die Bestimmung der Größe der treibenden elektrischen Kräfte nach der dynamischen Kräftemeßmethode liegt auf der Hand: Richtung und Größe des erzeugten elektrostatischen Feldes werden so gewählt, daß das Kügelchen der Schwere entgegen gehoben wird. Die elektrischen Kräfte, welche durch das Feld $\mathfrak{E}$ auf das mit der unbekannten Elektrizitätsladung e geladene Kügelchen ausgeübt werden, also von der Größe $e\mathfrak{E}$ sind, haben offenbar die der Aufwärtsbewegung des Kügelchens entgegenwirkende Schwerkraft, das Gewicht mg des Kügelchens, und den Reibungswiderstand bei der Fortziehung mit der Geschwindigkeit v_e zu überwinden:

$$e\mathfrak{E} = mg + \frac{v_e}{B}.$$

Da sich die Stärke des elektrischen Feldes $\mathfrak{E}$ aus der an die Platten angelegten Spannung und der Plattendistanz errechnen läßt, wird für das geeichte Meßinstrument (Kügelchen von bestimmtem Materiale und Größe) durch die Ermittlung der Steiggeschwindigkeit v_e die Ladung e des Kügelchens festgelegt.

Ehrenhaft und seine Schüler haben unter Beobachtung besonderer Präzision eine große Reihe von Ladungsbestimmungen an Kügelchen verschiedensten Materiales (Gold, Silber, Quecksilber, Platin, Schwefel, Öl usw.) und verschiedenster Größe (in allen Abstufungen vom Radius $3 \cdot 10^{-6}$ cm bis $57 \cdot 10^{-5}$ cm) durchgeführt. Der Fig. 9 entnimmt man zunächst, daß bis zur klein-

[1]) Literaturangaben (kapitelweise geordnet) am Schlusse des Berichtes.

sten Ladung von $2{,}7 \cdot 10^{-13}$ e. st. E.[1]) alle möglichen Abstufungen vorgefunden werden. Kleinere Ladungen waren dabei umso häufiger, an je kleineren Kügelchen beobachet wurde. *Die Größe der beobachteten Ladungen nimmt sonach im allgemeinen mit der Kapazität ihrer Träger ab.*

Wir wollen dieses bedeutsame Ergebnis noch durch eine statische Kräftemessung überprüfen, da sich auf diesem Wege gewisse aus ihm gewonnene Resultate frei von Experimentalfehlern ergeben und die auf Grund der Resultate gezogenen Schlüsse von besonderer Beweiskraft sind.

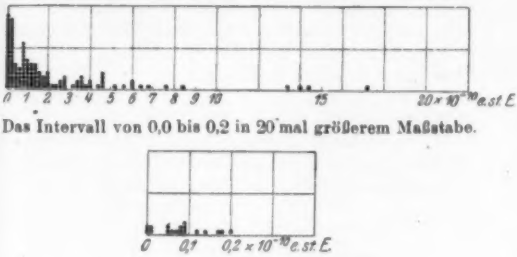

Fig. 9.

Elektrische Ladungen der Ehrenhaftschen Kügelchen.

§ 15. Ein Gedankenexperiment über die Atomistik des Chlors. — Zum besseren Verständnis der Methode wollen wir zunächst an einem Gedankenexperiment die Richtigkeit unserer Vorstellung von der Atomistik der Materie überprüfen und annehmen, daß wir im Stande wären, die Atome aus je einem Moleküle der beiden bekannten Phosphor-Chlor-Verbindungen herauszufassen und abzuwiegen.

Zur Gewichtsbestimmung soll eine der sogenannten römischen Wage ähnliche, aber massenlos gedachte Wage dienen, deren Bauart aus Fig. 10 ersichtlich wird.

Am linken gewichtslosen Wagbalken denken wir uns das Vergleichsgewicht mg, z. B. eines der Phosphoratome, welche die beiden Chlormengen in den zwei untersuchten Chlorverbindungen gefesselt hatten, im Abstand 1 aufgehängt. Die Last verschieben wir am rechten, gleichfalls massenlosen Wagbalken so lange, bis der Zeiger Z der Wage weder nach rechts noch nach links ausschlägt. Die abzuwägende Chlormenge e_1 wird offenbar an einem umso längeren Lastarm $\mathfrak{E}$ aufgelegt werden müssen, je leichter sie im Vergleich mit dem Vergleichsgewichte ist. Denken wir uns den Lastarm nach Einheiten des fixen Gewichtsarmes geteilt, so wird Gleichgewicht an der Wage herrschen, wenn die Lastbalkenlänge $\mathfrak{E}$ so gewählt wurde, daß

$$mg \,.\, 1 = e_1 \,.\, \mathfrak{E}$$

[1]) Eine e. st. E. = elektrostatische Einheit ist diejenige Elektrizitätsmenge, welche eine gleich große 1 cm von ihr entfernte Ladung mit der Kraft 1 Dyn abstößt. Die aufgefundene kleinste Elektrizitätsmenge ist also der Billionste Teil derselben.

ist. Aber selbst bei einer noch so subtilen Wage, bei noch so genauer Teilung des Wagebalkens und noch so präziser Ablesung wird nicht verhindert werden können, daß dem ermittelten Gewichte

$$e_1 = \frac{mg}{\mathfrak{E}}$$

ein Fehler anhaftet, der davon herrührt, daß man bei einem gewissen Mindestausschlag nicht mehr entscheiden kann, ob der Zeiger Z der Wage nach rechts oder nach links zeigt, oder in der Mitte steht. Wir können zur Auswägung daher zweckmäßig zunächst jene längste Lastarmlänge $\mathfrak{E}_1'$

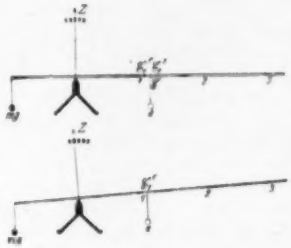

Fig. 10.

suchen, bei welcher das Vergleichsgewicht die Last eben noch in die Höhe zieht und der Zeiger nach links ausschlägt und sodann das zu wägende Gewicht noch bis zu jener Balkenlänge $\mathfrak{E}_1''$ hinausschieben, bei welcher es den Zeiger Z der Wage eben noch deutlich nach rechts zieht. Offenbar wird

$$mg > e_1 \mathfrak{E}_1'$$
$$mg < e_1 \mathfrak{E}_1''$$

sein, und das Gewicht der Chlormenge zwischen den Grenzen

$$\frac{mg}{\mathfrak{E}_1'} > e_1 > \frac{mg}{\mathfrak{E}_1''}$$

liegen. Die Wägung der beiden an das Phosphoratom gebundenen Chlormengen e_1 und e_2 hätte ergeben, daß

$$\left.\begin{aligned} \frac{mg}{\mathfrak{E}_1'} > e_1 > \frac{mg}{\mathfrak{E}_1''} \\ \text{und} \\ \frac{mg}{\mathfrak{E}_2'} > e_2 > \frac{mg}{\mathfrak{E}_2''} \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (1$$

also etwa

$$\frac{mg}{0{,}1739} > e_1 > \frac{mg}{0{,}1760} \text{ und } \frac{mg}{0{,}2886} > e_2 > \frac{mg}{0{,}2939}$$

ist. Soll die Atomhypothese richtig sein, so muß die eine Chlormenge e_1 aus n_1, die andere e_2 aus n_2 Chloratomen vom Gewichte ε bestehen:

$$e_1 = n_1 \cdot \varepsilon$$
$$e_2 = n_2 \cdot \varepsilon.$$

Dem Gesetze der multiplen Proportionen entsprechend muß sich also das Verhältnis

$$\frac{e_1}{e_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

als das zweier einfacher ganzer Zahlen ergeben. Dieses Verhältnis liegt den Ungleichungen (1) nach zwischen

$$\frac{\mathfrak{E}_2''}{\mathfrak{E}_1'} > \frac{e_1}{e_2} = \frac{n_1}{n_2} > \frac{\mathfrak{E}_2'}{\mathfrak{E}_1''}$$

oder zwischen

$$\frac{0{,}2939}{0{,}1739} = 1{,}69 > \frac{n_1}{n_2} > 1{,}64 = \frac{0{,}2886}{0{,}1760} \quad . \quad . \quad . \quad (2$$

Die Längen $\mathfrak{E}$ sind der Art der Beobachtung nach fehlerfrei, denn wir konnten bei der einen den Zeiger deutlich nach links, bei der anderen nach rechts ausschlagen sehen. Das Vergleichsgewicht mg mußte weder bestimmt, noch eine Annahme über seine Größe gemacht werden. Die Bestimmung der Verhältnisse der beiden Atomzahlen basiert somit allein auf der Annahme, daß die gewogenen Chlormengen aus gleichen Bruchteilen, Atomen, bestehen.

Welches sind nun die ganzen Zahlen n_1 und n_2? Wieviel Chloratome hat das Phosphoratom in jeder der beiden Verbindungen gebunden? Zunächst ist das Paar $n_1 = 5$, $n_2 = 3$ ebenso gut möglich wie die Paare 10 und 6, 15 und 9, 20 und 12 oder 23 und 14 usw., denn jedes ihrer Verhältnisse fällt zwischen die verlangten Grenzen 1,64 und 1,69. Hingegen wäre beispielsweise ein Paar $n_1 = 3$ und $n_2 = 2$ nicht denkbar, denn ihr Verhältnis $n_1/n_2 = 1{,}50$ würde der Ungleichung 2 widersprechen. Der einfachste Fall wird offenbar der sein, in dem wir annehmen, daß 5 Chloratome im einen und 3 im anderen Falle, also die kleinstmögliche Anzahl, es waren, die im Moleküle in Bindung gestanden sind und das Chloratom daher $^1/_5$ der zuerst und $^1/_3$ der nachher gewogenen Chlormenge gewesen sei. Ist das Vergleichsgewicht mg des Phosphoratomes beispielsweise in irgendwelchen Gewichtseinheiten zu $mg = 31{,}000$ ermittelt worden, so müßte das Gewicht des Chloratoms zwischen den Grenzen

$$\frac{mg}{\mathfrak{E}_1' \cdot n_1} > \varepsilon > \frac{mg}{\mathfrak{E}_1'' \cdot n_1}$$

oder auch

$$\frac{31{,}000}{0{,}1739 \cdot 5} > \varepsilon > \frac{31{,}000}{0{,}1760 \cdot 5}$$

liegen, d. h. größer als 35,22 und kleiner als 35,64 sein. Ohne in Widerspruch mit den Wägungen (mit Ungleichung 2) zu kommen, hätten wir uns aber auch denken können, daß wir in der Chlormenge e_1 nicht 5, sondern 10 Chloratome und in e_2 nicht 3, sondern 6 auf die Wage bringen; das Atomgewicht des Chlors wäre dann kleiner und zwar zwischen 17,61 und 17,82 zu denken gewesen. Hingegen wäre die Vorstellung, daß die abgewogenen Chlormengen aus 3 und 2 Chloratomen bestehen sollten und demnach das Atomgewicht des Chlors höher, und zwar zwischen 58,7 und 59,4 sein sollte, durch das Experiment in zwingender Weise widerlegt worden.

Wäre unser Gedankenexperiment in die Wirklichkeit umsetzbar, so könnte es uns zwar das Atomgewicht des Chlors nicht mit Sicherheit geben; hingegen würde es durch die kleinsten mit den Ungleichungen (2) verträglichen Zahlen mit Gewißheit eine Größe festlegen, oberhalb welcher das Chloratom nicht liegen kann. Unsere Vorstellungen von der Atomistik würden aber um so sicherer fundiert sein, je feinere solcher Wägungen mit ihr in Einklang bleiben, d. h. je präziser bei immer genauer durchgeführter Einengung die beiden Grenzen das Verhältnis der Vielfachheitszahlen n (5 : 3) umschließen. Sie müßten aber in dem Augenblicke als irrig angesehen und verbessert werden, in dem auch nur eine einwandfreie derartige Einwägung eine obere Grenze für das Atom ergibt, welche kleiner ist als das vermutete Atom. Wenn insbesondere „genauere Einengungen immer größere Zahlen n und daher auch kleinere ε erfordern, so ist eine Atomistik in der Größenordnung ε ausgeschlossen; sie existiert dann entweder gar nicht oder sie liegt in einer viel tieferen Größenordnung".

§ 16. Die „elektrische Wage". Ein derartiges Experiment zur Prüfung der Atomistik der Materie ist nun freilich in der beschriebenen Weise undurchführbar. Wir können weder einzelne Atomgruppen abscheiden, noch auf die Wage bringen, noch massenlose Wagen bauen, welche sie abzuwägen gestatten. Hingegen ist der Ehrenhaftsche Probekörper dazu geeignet, Elektrizitätsmengen von der Größenordnung des Elektrizitätsatomes auf diese Art zu untersuchen. Die statische Kräftemessung wird sich als Abwägung dieser elektrischen Ladungen an einer geeigneten massenlosen Wage erweisen.

Zu diesem Zwecke bringt *Ehrenhaft* ein Probekügelchen von dem Gewichte mg, das die Elektrizitätsladung e_1 trage, wieder zwischen die Platten des Kondensators; bei geeigneter Wahl der Richtung der an die Platten angelegten Spannung wird das erzeugte elektrostatische Feld das Kügelchen der Schwere entgegen nach oben zu ziehen suchen. Ist das Feld $\mathfrak{E}_1'$ noch klein, so wird das Kügelchen, wenn auch langsam, fallen, denn die elektrischen Kräfte werden kleiner als das Gewicht des Kügelchens sein (Fig. 6)

$$mg > e_1 \cdot \mathfrak{E}_1'.$$

Durch Vergrößern der an die Platten angelegten Spannung läßt sich ein Feld $\mathfrak{E}_1''$ finden, bei welchem das Kügelchen der Schwere entgegen gerade gehoben wird, da die elektrischen Kräfte die Schwerkraft bereits überwiegen (Fig. 7):

$$mg < e_1 \cdot \mathfrak{E}_1''.$$

Durch diese Feldstärkenbestimmungen ist die Ladung e_1 des Kügelchens zwischen eben die gleichen Grenzen

$$\frac{mg}{\mathfrak{E}_1'} > e_1 > \frac{mg}{\mathfrak{E}_1''} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1a$$

eingeengt, wie es das Gewicht der Chloratome im Gedankenexperiment durch die beiden Lastarmmessungen war. Der „Zeiger" und das Vergleichsgewicht der (bis eben auf das Vergleichsgewicht) offenbar massenlosen „elektrischen

Wage", ist durch seine Auf- oder Abwärtsbewegung das Kügelchen selbst.

§ 17. Das Gesetz der multiplen Proportionen für die Elektrizität. — Wird beispielsweise durch Bestrahlen mit einem Radiumpräparat der elektrische Ladungszustand des Kügelchens geändert, so kann man die zweite vom Kügelchen getragene Ladung e_2 ebenso zwischen zwei Grenzen

$$\frac{mg}{\mathfrak{E}_2'} > e_2 > \frac{mg}{\mathfrak{E}_2'} \quad \ldots\ldots \text{(1a}$$

einengen. Die Vorstellung von der Atomistik der Elektrizität verlangt, daß die erste elektrische Ladung aus einer gewissen Anzahl n_1 von elektrischen Atomen der Ladung ε zusammengesetzt sind, die zweite aus einer anderen n_2:

$$e_1 = n_1 \cdot \varepsilon$$
$$e_2 = n_2 \cdot \varepsilon.$$

Das Gedankenexperiment und die elektrische Wage, denen beiden die gleiche Meßmethode und die gleiche atomistische Forderung zugrunde liegt, sind offenbar in ihren Formeln und Folgerungen gleichartig. Insbesondere ist analog wie dort die Bestimmung des Zahlenpaares n_1 und n_2 vom Gewichte des Kügelchens unabhängig; ebenso läßt sich aus jeder an der „elektrischen Wage" ausgeführten Messung eine Grenze folgern, oberhalb der das elektrische Atom nicht liegen kann.

Es unterliegt keiner Schwierigkeit, die Prüfung auf mehr als zwei vom Kügelchen getragene Ladungen zu erweitern.

„Der Gang solcher Versuche kann klarer Weise zweierlei zutage fördern:

1. Entweder werden bei genauer Einengung immer präziser dieselben einfachen ganzen Zahlen umschlossen; und allen so erschlossenen Vielfachen n entsprechen stets auch die gleichen ε, dann ist eine Atomistik der Elektrizität in dieser Größenordnung wahrscheinlich.

2. Wenn genauere Einengung immer größere ganze Zahlen n und daher auch kleinere ε erfordern, so ist eine Atomistik in der Größenordnung ε ausgeschlossen; sie existiert dann entweder gar nicht oder sie liegt in einer viel tieferen Größenordnung."

Ergäben die „Wägungen" an der „elektrischen Wage" eine obere Grenze für das elektrische Elementarquantum, welche unterhalb der bis nun vermuteten Größe desselben liegen würde, so müßten wir auf Grund der Prüfung des „Gesetzes der multiplen Proportionen der Elektrizität" unsere Vorstellung von der Atomistik der Elektrizität einer Revision unterziehen.

§ 18. Prüfung des Gesetzes der multiplen Proportionen. — Ehrenhaft und seine Schüler haben zahlreiche derartige Versuche durchgeführt. *Als Endergebnis aller dieser Versuche erscheint auch nach dieser Meßart eine Atomistik der Elektrizität nur dann denkbar, wenn das Elektrizitätsatom in einer Größenordnung von 10^{-13} e. st. E. oder darunter angenommen wird.*

Die Feststellung, daß ein eventuelles elementares Quant der Elektrizität nur in einer Größenordnung von 10^{-13} e. st. E. oder unterhalb dieser Ladung denkbar ist, wäre wohl noch vor nicht allzulanger Zeit als interessantes experimentelles Ergebnis ohne Widerspruch aufgenommen worden. In die Physik der letzten Zeit sind aber eine große Anzahl von Experimenten und Berechnungen eingegangen, die ausschließlich dahin gedeutet wurden, daß das Atom der Elektrizität eine Ladung von etwa $4{,}7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., also eine mehr als tausend mal so große besitze, als sie die Ehrenhaftschen Versuche zulassen würden. Die auf einem Elektrizitätsatome dieser Größenordnung aufgebaute und durch immer neu hinzukommende Versuche und ihre Deutungen erweiterte Theorie der Elektrizität, die Elektronentheorie, bezweckt, ein ganzes Weltbild physikalischer Erscheinungen in eine einheitliche Form zu bringen. Sowohl die Vorgänge des Elektrizitätsdurchganges durch Flüssigkeiten, Gase (samt den damit verbundenen optischen und spektroskopischen Erscheinungen) und durch feste Körper als auch scheinbar weitab gelegene verschiedenste optische Erscheinungen, magnetische Phänomene, die radioaktiven Zerfallserscheinungen und damit im Zusammenhange Atommodelle und die durch sie zu erklärenden optischen und chemischen Eigenschaften usw. usw. sind bisher bloß vom Standpunkte der Elektronentheorie umspannt worden. Andrerseits sind die Versuche *Ehrenhafts* von einer Einfachheit und Voraussetzungslosigkeit und im Hinblick auf die nunmehr fast ein Jahrzehnt hindurch mit immer feineren und zahlreicheren Methoden an ihnen vorgenommene Diskussion und Überprüfung von einer Sicherheit, daß ihre Ergebnisse als unbedingt bindend angesehen werden müssen. Wo liegt nun die Lösung zu diesem Widerspruch?

(Fortsetzung folgt.)

Über die Verbreitung der Krankheiten auf der Erde.

Von Privatdozent Dr. L. R. Grote,
Oberarzt der Med. Klinik, Halle.

Eine Reihe von Faktoren hat verhindert, daß bislang die Wissenschaft der geographischen Verbreitung von Krankheiten ein einheitliches, systematisches Gepräge bekommen hat. Seit eine Medizin als Naturwissenschaft überhaupt besteht, hat man allerdings nie versäumt, geographische Daten über die eine oder andere Krankheit zu sammeln. Es ist auf diese Weise von den ältesten, hippokratischen Zeiten bis heute eine enorme Menge Material angehäuft worden, ohne daß jedoch diese Arbeitsleistung wesentliche Früchte getragen hätte. Das Riesenwerk *August Hirschs*, das 1883 zuletzt erschien, das „Handbuch der historisch-geographischen Pathologie" liefert hierfür einen deutlichen Beweis. Als Haupthindernis gegen eine systematische Bearbeitung des Materials stellt sich die *Wandelbarkeit unserer Begriffe von den einzelnen Krankheiten* uns in den

Weg. Erst heute, nachdem die Pathologie sich allgemein auf den Boden konstitutionell-ätiologischer Forschung stellt, beginnen sich die Krankheitsbegriffe zu klären und einer vergleichenden Gegenüberstellung zugänglich zu werden. Für eine einheitliche Erfassung des Gegenstandes müssen wir auf die Unsumme historischen Materials, die die Geschichte der Medizin aufgehäuft hat, einfach Verzicht leisten, weil wir exakte Vergleiche zwischen Krankheitsberichten von heute und denen früherer Zeiten, bei Infektionskrankheiten sogar noch mit denen vor zwei bis drei Dezennien nicht anstellen können. Die Lehre der Infektionskrankheiten fordert zur vollkommenen Diagnose den Nachweis des Erregers, den frühere Zeiten, mangels jeglicher Bakteriologie, einfach nicht geben konnten. *August Hirsch* schwebte das Ideal einer „Medizinischen Geschichte der Menschheit" vor. Wir müssen heute feststellen, daß dieses Ideal eine Utopie war, von deren historischem Teil ohne weiteres gesagt werden kann, daß er nie geschrieben werden wird, von deren geographischem Teil gesagt werden muß, daß er in seiner Vollkommenheit späteren Jahrhunderten vorbehalten bleibt. Wir sind heute erst fähig, vielleicht einige Grundlinien zu geben, in denen eine systematische Forschung weiterbauen kann.

Die Wissenschaft von der geographischen Verbreitung der Krankheiten, die *Nosogeographie*, wie ich sie kurz nennen will, ist einerseits als ein Zweig der allgemeinen Ätiologie, der Lehre von den Ursachen und Bedingungen der Krankheiten anzusehen. Andererseits gehört sie einem andern umfassenderen Wissenschaftsgebiet, der Biogeographie an, sie ist ein integrierender Bestandteil beider Disziplinen.

Das Ziel der Nosogeographie kann auf zwei Wegen erreicht werden. Einmal kann man für jede einzelne Krankheit das Verbreitungsgebiet beschreiben. In dieser Weise wird üblicherweise schon seit langem in monographischen Handbüchern verfahren. Diese Verfahrungsweise ermöglicht aber nicht eine unmittelbare Vergleichung der allgemeinen relativen Morbidität in einem bestimmten Gebiet und läßt sich somit nicht systematisch verwerten. Der zweite Weg müßte der sein, geographisch charakterisierbare umschriebene Gebiete hinsichtlich ihres Gesamthabitus an Krankheiten zu beschreiben, in ihnen möglicherweise abgrenzbare *Nosozonen* für einzelne Krankheiten, ihr gegenseitiges Verhältnis zu einander und zu der jeweiligen geographischen Umgebung darzulegen. Auf diese Weise wäre es später möglich, der großen Frage, ob überhaupt Beziehungen zwischen der geographischen Struktur eines Erdstrichs und den Krankheiten seiner Bewohnerschaft bestehen und welcher Art diese sind, systematisch näher zu treten. Vor der Hand sind wir von diesem Ziel noch weit entfernt.

Gehen wir von der Idee aus, eine bestimmte geographisch umschriebene Gegend nosogeographisch zu charakterisieren, so müssen eine ganze Reihe von Momenten, als das Ergebnis mitbestimmend, eingehend beachtet werden. Zunächst muß die *geographische Struktur*, d. h. die Gesamtsumme der tellurischen und der dadurch bedingten klimatischen Eigenschaften festgelegt werden. Die rein klimatischen Einwirkungen als krankheitsbedingend sind vielfach studiert und teilweise bekannt, während die Einflüsse der Bodenstruktur als solcher kaum über den Wahrscheinlichkeitsgrad einer Hypothese hinausgehen. Es ist ja an sich nicht sehr wahrscheinlich, daß mehr als mittelbare Beziehungen bestehen zwischen dem mineralogischen und geologischen Aufbau einer Gegend und der Morbidität in seiner Bevölkerung, doch haben die großen Strukturen (Ebenen, Gebirge, Meer) als Grundlagen des Klimas natürlich eine große Wichtigkeit. Wir kennen eine Gruppe von Krankheiten, die eine mehr oder weniger unmittelbare Einwirkung der geographischen Struktur erkennen lassen. Diese Krankheiten tragen gewissermaßen den Charakter eines rein geographisch-klimatischen Traumas. Dazu gehören die Bergkrankheit, die Seekrankheit, die psychischen Alterationen, die das Vorstellungsleben in den Wüsten der Tropen und der arktischen Gegenden erfährt, Einsamkeitspsychosen usw. Ferner gehören dahin die unmittelbaren Hitze- und Kälteerkrankungen, in gewissem Sinne auch Bergwerkserkrankungen, Augenerkrankungen der Polarnacht und anderes. Diese Krankheitsbilder, die schlechthin an das geographische Substrat gebunden sind, zeigen am reinsten seinen Einfluß auf die Erkrankungsfähigkeit des menschlichen Organismus, *ihre Nosozonen sind fest umschrieben und unveränderlich*.

Als zweites Moment müssen die *Rassenverhältnisse* einer Gegend in Rücksicht gezogen werden. Man ist früher geneigt gewesen, den Einfluß der Rasse zu überschätzen. Heute ist man mehr der Ansicht, daß die Erkrankungsfähigkeit ein viel zu allgemein menschliches Attribut ist, als daß sie rassenmäßig hochgradig differenziert sein könnte. Dennoch gibt es auch hier eine bestimmte Gruppe von Krankheiten, bei denen eine rassenmäßig erhöhte konstitutionelle Disposition nicht zu leugnen ist. Dies betrifft die Gruppe der Stoffwechselerkrankungen. Es ist bekannt, daß zur *Zuckerkrankheit* in Europa besonders die Semiten, in Asien die Hindus neigen, andere Rassen, z. B. die Mongolen in China und die amerikanischen Neger, sich einer gewissen Immunität erfreuen. Eine ähnliche rassenmäßige Disposition finden wir bei den Semiten, den Osmanen, Magyaren, Lappen, den Bewohnern der norddeutschen und holländischen Küstenländer für die *Fettsucht*. Auch die Gicht, die in Nordeuropa nicht eben selten ist, fehlt fast in Italien und Österreich, ebenso sind erhebliche Strecken der Tropen (Südamerika) von der *Gicht* ziemlich frei. Auffallend ist die Häufigkeit der *Steinerkrankungen* der abführenden Harnwege in Nordafrika, Ägypten und in Nordindien. Ein bekannter englischer Arzt

meint, man könne im Pandschab Häuser bauen aus den massenhaften Blasensteinen! Die nicht zu übersehende Wichtigkeit des Rassenmoments hinsichtlich der geographischen Verbreitung von einzelnen Krankheiten leuchtet demnach ein.

Neben der Rasse spielt noch das *soziale* und *kulturelle* Moment eine erhebliche Rolle. Daß eine dünne, ackerbautreibende Bevölkerung eine andere Morbidität aufweist als eine dichte, industrielle, ist evident, und gerade diese Dinge sind durch die neueren sozialhygienischen Forschungen eingehend untersucht und zum Allgemeingut des Wissens erhoben. Ein Beispiel, daß durch soziale Einflüsse ganze Krankheitsgruppen neu geschaffen werden, geben besonders die Gewerbekrankheiten und in gewissem Sinne auch Erkrankungen ab, die uns der Krieg neu kennen gelehrt hat oder die wenigstens unter den Verhältnissen des Krieges eine vorher nicht gekannte Häufung erfahren haben. Neben Erkrankungen des Stoff- und Wasserwechsels (die sogenannte Ödemkrankheit) sind hier besonders funktionelle Nervenerkrankungen zu nennen. Dies im einzelnen näher auszuführen, verbietet der Raum.

Schließlich bietet die große Gruppe der Infektionskrankheiten insofern nosogeographisch ein Interesse, als bei ihr neben den genannten Bedingungen noch ein weiteres Moment eine Rolle spielt: das ist die *geographische Verbreitung der Erreger*. Wir können allgemein sagen, daß die Nosozone einer Infektionskrankheit soweit reicht, wie das biogeographische Verbreitungsgebiet des verursachenden Mikroben. Da nun die weitaus meisten Infektionskrankheiten, soweit sie als besonderes Charakteristikum die Fähigkeit des epidemischen Auftretens in sich tragen, an den Menschen selbst gebunden sind, so erhellt, daß *ihre Nosozone äußerst veränderlich* sein muß, und an den wandernden Menschen immer gebunden erscheint. Ein Hinweis auf die Tatsache der Verbreitung von Infektionskrankheiten durch Bazillenträger, deren Zahl der der wirklich erkrankten Menschen wohl mindestens gleichkommt, muß an dieser Stelle genügen. Die Erfahrungen bei in vorher seuchenfreie Gegenden eingeschleppten epidemischen Krankheiten zeigen, daß jeder Mensch, sei er welcher Rasse er wolle, seien die sozialen Zustände welche sie wollen, an jedem Punkte der Erdoberfläche an einer Infektionskrankheit erkranken kann, sofern der Erreger sich in infektionstüchtigem Zustande in seiner Umgebung findet und dieser Mensch nicht eine persönliche, konstitutionelle oder künstlich hervorgerufene Immunität gegen diese Krankheit besitzt. Schließlich kann noch diese künstlich hervorgerufene Immunität die geographische Verbreitung der ansteckenden Krankheiten beeinflussen. Als Beispiel seien die gut gegen Pocken durchgeimpften Länder, wie Deutschland, angeführt, in denen, zoologisch gesprochen, der Pockenerreger dadurch ausgerottet ist, daß der Nährboden für ihn künstlich ungeeignet gemacht worden ist. Theoretisch ließe es sich denken, daß auf diesem Wege einmal sämtliche Erreger, soweit sie obligat an den Menschen gebunden sind, zum Verschwinden gebracht werden könnten.

Wenn nun eine systematische nosogeographische Untersuchung wahrscheinlich zeigen wird, daß das eigentlich geographische Moment in vielen Fällen nicht den unbedingt maßgeblichen Faktor des Auftretens oder Fehlens einer Krankheit darstellt, so gibt es doch heute schon eine Anzahl von Erfahrungstatsachen, für die wir andere Ursachen nicht kennen. So ist in Nordamerika durch neuere Statistiken nachgewiesen, daß dort eine eigenartige Trennung in der *Krebsmortalität* besteht, indem südlich vom 37. Breitengrad die Sterblichkeit kaum halb so groß ist wie nördlich davon. Eine ähnliche regionäre Verschiedenheit läßt sich beim Krebs auch in Deutschland feststellen. Die stärkste Mortalität finden wir hier an den Ostseeküsten, die niedrigste in Westfalen. Es ist weiter zu erinnern an die regionäre Häufung des *Kropfes*, des Kretinismus, die wir zunächst nur nosogeographisch beschreiben können, ohne die Gesamtheit der Bedingungen überblicken zu können. Es ist zunächst Aufgabe der Nosogeographie, möglichst viel derartiges, diagnostisch einwandfreies Material zu sammeln, um eine systematische Vergleichung zu ermöglichen und so späterhin zum ätiologischen Ausbau der medizinischen Wissenschaft beizutragen.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Die erdkundliche Woche zu Berlin.

Bereits am 12. Juli 1916 hatte die Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin in dem Bestreben, an der Hebung geographischer Bildung mitzuhelfen, eine Eingabe an den Unterrichtsminister gerichtet, in der verschiedene Wünsche für die Ausgestaltung des erdkundlichen Schul- und Hochschul-Unterrichtes vorgebracht worden waren. Inzwischen ist das Bedürfnis nach Verbesserung der Zustände im erdkundlichen Unterricht immer dringlicher hervorgetreten, was die Gesellschaft veranlaßte, dem Unterrichtsminister am 28. Februar 1918 den Vorschlag zu unterbreiten, es möchten Vertreter der Schulaufsichtsbehörden eingeladen werden, sich über neuere Ergebnisse der Lehre vom erdkundlichen Unterricht und über dessen Hilfsmittel auf einem in geeigneter Weise durchzuführenden Lehrgange zu unterrichten. Im weiteren Verfolg dieser Anregung veranstaltete die Zentralstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht einen solchen Lehrgang in der Woche vom 24.—29. Juni, an dem sich etwa 30 Provinzial- und Regierungs-Schulräte beteiligten.

Die Eröffnung erfolgte im geographischen Institut der Universität durch eine Ansprache des Unterrichtsministers Dr. *Schmidt*, der ein Vortrag von Geheimrat *Penck* über die Ziele des erdkundlichen Unterrichts folgte. Dieser führte aus, daß die Geographie ursprünglich die Lehre von der Umwelt des Menschen gewesen sei, und von diesem Gesichtspunkte auch sei sie an der Schule zu pflegen, wenn sie sich auch als Wissenschaft einer Lehre von der Erdoberfläche vertieft habe. Die Orientierung auf der Erdoberfläche müsse im Vordergrunde stehen, und durch Übung

erworben werden. Die topographischen Daten sind für den geographischen Unterricht den Vokabeln im Sprachunterricht zu vergleichen, deren Kenntnis zwar erforderlich ist, die aber keineswegs den Inhalt der Geographie ausmachen. Ein Hinübergreifen des geographischen Unterrichts auf Nachbargebiete ist nur da erforderlich, wo diese Gebiete im Unterrichtsplan nicht vertreten sind, im übrigen aber sind der Geographie räumliche Grenzen gesteckt, weil das Objekt ihrer Betrachtung, die Oberfläche der Gesamterde, ein Gebilde von begrenzter Ausdehnung ist. Der geographische Raum ist zu definieren als ein Stück Erdoberfläche, das sich durch seine Ausstattung (mit Klima, Pflanzenkleid, Boden usw.) von seiner Umgebung unterscheidet. Bei der Länderkunde (Chorologie) rückt der Mensch ganz anders in den Vordergrund als bei der Betrachtung der gesamten Erde. Sie bildet die Krönung des geographischen Unterrichtes, der aber der allgemeinen Erdkunde nicht entraten kann. Wie stark sich überall, selbst bei morphologischen Begriffsbestimmungen, der anthropozentrische Standpunkt bemerkbar macht, zeigte der Vortragende an interessanten Beispielen. Verschlossen bleibt für den geographischen Unterricht, solange er nur in unteren Klassen erteilt wird, gerade das, was für die allgemeine Bildung das Wichtigste ist, das Kulturelle, denn die Geographie kann bei Betrachtung der einzelnen Länder Kulturmaßstäbe gewinnen.

Geheimrat *Philippson* (Bonn) hielt einen Vortrag über *Inhalt, Umgrenzung und Einheitlichkeit der Erdkunde und des erdkundlichen Unterrichts.* Die Geographie umfaßt keinen bestimmt umgrenzten Komplex, sondern alle Erscheinungen können geographisch betrachtet werden. So steht unsere Wissenschaft in einer gewissen Parallele zur Philosophie. Sie nimmt eine Mittelstellung zwischen den Natur- und den Geisteswissenschaften ein. Im Unterricht soll weniger Gewicht auf Namen und Zahlen als auf die Herausarbeitung eines lebensvollen Bildes gelegt werden. Die Zusammenhänge sind durch fortwährende Hinweise und Beispiele zu erläutern, wodurch ein besonderes geographisches Denken geschult wird, das natürlich dem Lehrer bereits in Fleich und Blut übergegangen sein muß. Das ist auch der Grund, weshalb der Geographie-Unterricht nicht von Lehrern anderer Fächer nebenbei erteilt werden darf. Der Vortragende besprach ausführlich die Stellung der einzelnen Teile der allgemeinen Geographie im Rahmen der Gesamtwissenschaft und bezeichnete die Menschengeographie als die Krone der geographischen Betrachtung. Er gibt ihr die folgende Einteilung:

A) Verbreitung der Menschheit:
   1. als Gesamtheit,
   2. in den einzelnen Gruppen und Verbänden.

B) Verbreitung der Werke und Tätigkeiten des Menschen (Wirtschaftsgeographie):
   1. Art und Produkte der Wirtschaft,
   2. Verkehr (Wege, Mittel, Organisation, Welthandel),
   3. Siedlungsgeographie.

Ein großer Teil der allgemeinen Menschengeographie kann in Beispielen bei der Länderkunde behandelt werden.

Es folgten weitere Vorträge von Direktor *H. Fischer* über erdkundliche Ausflüge, Studienrat *Lampe* über das Zeichnen im erdkundlichen Unterricht und über Lehr- und Hilfsmittel desselben, Direktor *Fox* über die Bedeutung des erdkundlichen Unterrichts für die Jugendbildung und Oberlehrer *Urbahn* über erdkundliche Übungen. Außerdem fanden Führungen statt unter Leitung von Geheimrat *Penck* durch das Geographische Institut und das Museum für Meereskunde, von Geheimrat *Hahn* durch die Hauptstelle für den erdkundlichen Unterricht, von Studienrat *Lampe* durch das Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht. Direktor *Fischer* führte eine heimatkundliche Wanderung durch Berlin und Geheimrat *Penck* einen geographischen Nachmittagsausflug durch den Grunewald.

Die Veranstaltung nahm einen allgemein befriedigenden Verlauf, und insbesondere haben die auf die Vorträge folgenden Erörterungen, die persönliche Aussprache unter den Teilnehmern, sowie ein auch vom Kultusminister und seinen Räten besuchter geselliger Abend viel zum Gelingen beigetragen. Es zeigte sich dabei, daß der Hauptzweck erreicht wurde, nämlich die Bedeutung und den Wert der modernen Geographie bei den leitenden Persönlichkeiten unserer Schulverwaltung in das rechte Licht zu setzen und den Nachweis zu erbringen, daß der Erdkunde eine selbständige Stellung im geographischen Unterrichte gebührt, während sie bisher in den Lehrplänen unserer Schulen ziemlich stiefmütterlich behandelt worden ist. *O. B.*

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Der Mechanismus des Todes durch elektrischen Starkstrom und die Rettungsfrage. (*H. Boruttau*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin, Bd. *55*, S. 1, 1918; Elektrotechn. Zeitschr. 1918, Heft 9 u. 10 — Vortrag im Elektrotechn. Verein. Diskussion ebenda, Heft 13 und 14.) Da die auffälligsten Reiz- und Hemmungswirkungen des elektrischen Stromes am Tierkörper das Nervensystem betreffen und diese mittels „Schwachströmen" schon zu einer Zeit, wo von „Starkströmen" und „Elektrotechnik" noch nicht die Rede war, gründlich erforscht wurden, glaubte man auch die in der neuesten Zeit sich häufenden tödlichen Unfälle durch die Ströme der Technik durch Wirkungen auf das Zentralnervensystem erklären zu sollen. *D'Arsonval* und *Kratter* schrieben der Lähmung der Atmung die Hauptrolle zu und empfahlen als Rettungsmittel die Einleitung künstlicher Atmung. *Jellinek* glaubte im Zentralnervensystem durchströmter Tiere regelmäßige histologische Befunde erheben zu können; wo das nicht der Fall war, zog er Reflexwirkung, den „Shock", psychische Momente zur Erklärung des Todes herbei. Er besteht auch heute noch auf äußerster Mannigfaltigkeit des Todesmechanismus und will die Richtigkeit der Darstellung nicht zugeben, welche schon 1899 von *Prevost* und *Battelli* auf Grund systematischer Tierversuche mit Berücksichtigung aller Bedingungen gegeben worden ist, wonach bei Berührung mit mittleren Spannungen, wie sie an den Verbrauchsstellen vorherrschen — 110—500 Volt —, und genügend kleinem Übergangswiderstand (guter Erdung des betreffenden Organismus) sowie entsprechender Lage von Stromein- und -austrittsstellen das Herz in einen Zustand versetzt wird, in welchem die Muskulatur der Kammern „flimmert", statt geordnete, abwechselnde Zusammenziehung und Erschlaffung zu zeigen; dieser Zustand hält bei Hund, Pferd und Mensch auch nach Öffnung des Stromes an, statt, wie bei Nagetieren und Kaltblütlern, oft von selbst wieder geordneter Tätigkeit Platz zu machen. Aufhören des Kreislaufs und Tod (der „Sekundenherztod" *H. E. Hering*s) ist die Folge; und dies ist der Mechanismus des Starkstromtodes in der überwiegenden Zahl der Fälle. *Boruttau*, welcher die Tierversuche von *Prevost* und *Battelli* vielfach selbst wiederholt und bestätigt hat, hat ein amtliches Material, bestehend aus den Inspektionsakten von 1190 „elektrischen Unfällen"

daraufhin durchgearbeitet, wie oft *Durchströmung des Herzens allein*, solche des Kopfes und Halses (mit dem Atemzentrum im verlängerten Mark) zusammen mit dem Herzen, und wie oft solche des Kopfes allein stattgefunden hat. Es ergab sich, daß die letztgenannten beiden Vorkommen völlig zurücktreten gegen die Fälle, wo Durchströmung nur des Herzens dem tödlichen Unfall zugrunde lag. Nach den 1912 von der Pariser staatlichen Kommission bestätigten Ermittlungen von *Prevost* und *Battelli* ist *Wechselstrom der üblichen Periodenzahl besonders gefährlich*, indem zur Tötung etwa ⅓ der bei Gleichstrom nötigen Intensität bereits genügt. Dagegen macht nach denselben Forschern hochgespannter Wechselstrom kein Kammerflimmern, und dazu stimmt nach *Boruttaus* Ermittelungen die große Zahl der nicht oder wenigstens nicht unmittelbar tödlichen Hochspannungsunfälle. Hier kommt noch die „automatische Ausschaltung" hinzu, die vielfach durch den Widerstand der ausgedehnten Brandschorfe bewirkt wird, welche durch die gewaltige Stromwärme hier äußerst schnell entstehen. — Daß *der Tod fast immer durch Kammerflimmern* zustande kommt, dafür spricht auch die immer wiederkehrende Angabe, daß die sofort eingeleitete und oft stundenlang fortgesetzte künstliche Atmung erfolglos blieb. Sie soll deswegen nicht etwa unterlassen werden, sondern ihre sofortige Vornahme bildet die Voraussetzung für die Wirksamkeit von Eingriffen zur Wiederherstellung geordneter Herztätigkeit. Hierüber liegen Vorarbeiten vor, mit deren Weiterführung *Boruttau* beschäftigt ist. Indessen betreffen die Aussichten auf Erfolg nach der Natur der Grundlagen des Flimmervorgangs und den gewöhnlichen Bedingungen der Unfälle jedenfalls immer nur einen kleinen Teil derselben. Im übrigen muß die — bei uns trefflich ausgebildete — Unfallverhütung eintreten; — gegenüber dem oft unbegreiflichen Leichtsinn vor allem Warnung und Aufklärung: der Tod durch Elektrizität ist, entgegen der Behauptung *Jellinecks*, in der Mehrzahl der Fälle *kein „Scheintod"!* *Autoreferat.*

Das Problem der Krebsentstehung. (*Eugen Kirch.* Vortrag, gehalten im naturwissenschaftlichen Verein an der Universität Würzburg am 18. Dezember 1917.) Unter den vielen Theorien, die im Laufe der Zeit zur Erklärung der kausalen Krebsgenese aufgestellt worden sind, spielen die *parasitäre Theorie* und die *Reiztheorie* die wichtigste Rolle. Die erstgenannte Lehre, nach der irgendwelche Parasiten die Ursache des Krebses und vielleicht überhaupt aller Geschwülste bilden sollen, trifft nach heutigen Kenntnissen nur für den Pflanzenkrebs zu. Dagegen ist für den Tier- und Menschenkrebs ein spezifischer Erreger nicht erwiesen; es sprechen sogar eine ganze Reihe von Gründen gegen die Annahme eines noch nicht nachweisbaren, aber doch vorhandenen spezifischen Erregers. Es können jedoch gelegentlich ganz verschiedenartige Parasiten, vor allem Nematoden und Zystizerken, die Rolle von Krebserregern übernehmen, aber nicht durch direkte Wirkung, sondern indirekt, indem sie zunächst zu einer „präkarzinomatösen Erkrankung" führen, durch welche sekundär dem Krebs der Boden bereitet wird. Grundlegend für diese Anschauungen sind die klassischen Untersuchungen *Fibigers* in Kopenhagen geworden, der bei Ratten in einem hohen Prozentsatz der Fälle mit Spiroptera neoplastica, einer tropischen Nematode, entzündlich-papillomatöse Wucherungen im Vormagen mit nachfolgender Krebsbildung erzeugen konnte. Das Wesentliche ist dabei *der chronische organische Reiz* durch die betreffenden Parasiten. Aber auch mancherlei anorganische Reize chemischer, thermischer, mechanischer und sonstiger Natur können, wie Vortragender an zahlreichen Beispielen dartut, zu einer Krebsentstehung führen und zwar wiederum auf dem Wege eines „präkarzinomatösen Zustandes", der eben für gewöhnlich eine chronische Entzündung ist. An der Bedeutung des chronischen Reizes im Sinne der Reiztheorie ist also für einen Teil der Fälle nicht mehr zu zweifeln. Sicherlich sind aber außer den exogenen Ursachen auch endogene Zellstörungen von Bedeutung, Veränderungen, die nach dem Vorschlage *v. Hansemanns* als „Anaplasie" bezeichnet werden. Die geistvolle Theorie *Boveris*, welche *die Ursache aller bösartigen Geschwülste in abnormem Chromosomenbestand* erblickt, vermag diese Verhältnisse und damit die formale Krebsgenese recht gut zu erklären, ist aber vorerst nur eine Hypothese. Die übrigen Theorien der Krebsgenese, die Vortragender nur kurz streift, sind sämtlich mehr oder weniger bedeutungslos geblieben oder sogar bereits widerlegt worden. Somit ist das vielbearbeitete Problem der Krebsentstehung trotz vieler bekannt gewordener Einzeltatsachen leider *noch nicht gelöst.* *Autoreferat.*

Experimentelle Untersuchungen über Luftembolie (*Jehn, W.* und *Th. Naegeli*, Zeitschr. f. d. ges. exp. Mediz. Bd. *VI*, S. 64). Luftembolien sieht man klinisch relativ selten eintreten, sie entstehen dadurch, daß bei Verletzungen größerer Venen — besonders am Hals — Luft ins rechte Herz angesaugt wird und dadurch den Tod des Patienten bedingen kann. An Hand von 40 Experimenten, zu denen Kaninchen, Katzen und Hunde verwendet wurden, suchten *Jehn* und *Naegeli* die Todesursache festzustellen; mit Hilfe des Kymographion wurden Druck im linken bzw. rechten Herzen und Atmung registriert (Kurven). Die durch Sektion gewonnenen Präparate gaben Aufschluß über das pathologisch-anatomische Bild (Abbildungen).

Aus den Versuchen ergab sich zunächst, daß Tiere eine Luftembolie ohne schwere Schädigung überstehen können. Verwendet man eine größere Dosis zu einer einmaligen oder kleinere Dosen zu mehrmaligen Embolien, so tritt unter allen Umständen der Tod rasch ein. Der Einfluß der Embolie macht sich an Puls und Atemkurve bemerkbar. Während der Druck im rechten Herzen steigt, sinkt er im linken. Die vermehrte, vergrößerte, angestrengte Atmung ist der Ausdruck einer erheblichen Dyspnöe. Diese kymographisch festgestellten Erscheinungen finden ihre Erklärung im pathologisch-anatomischen Befund. Das linke Herz ist vollkommen leer gepumpt, das rechte dagegen bis in die feinsten Verzweigungen der Art. pulm. prall mit lufthaltigem Blut gefüllt, maximal dilatiert und die Venen stark gestaut. In der Anwesenheit der Luft im rechten Herzen und den Lungenarterien, besonders in der durch sie bedingten Überdehnung desselben, sehen wir die mechanische Behinderung im kleinen Kreislauf und somit die Todesursache. Es handelt sich also um einen Herztod, verursacht durch *Stauung und maximaler Überdehnung des rechten Herzens* — die durch Punktion erfolgreich behoben werden können —, d. i. eine akute Herzinsuffizienz.

Th. Naegeli, Bonn.

Mit der **Avifaunn des unteren Senegalgebietes** hat sich Prof. *Oscar Neumann* in der Festschrift für Geheimrat *Reichenow* eingehend beschäftigt. Es ist dasjenige Faunengebiet Afrikas, in dem zwar zuerst ornithologisch gesammelt wurde, das aber noch heute als das am wenigsten bekannte des ganzen schwarzen Erdteils gelten muß. Kaum Nennenswertes ist seit

1753, als *Adanson* von seiner Senegalreise nach Europa heimkehrte, in dem genannten Gebiet gearbeitet worden. Vogelbälge zu Putzzwecken und lebende Vögel kamen Jahre hindurch zu zehntausenden aus diesen Gebieten zu uns, ohne daß wir deren genaue Herkunftsorte kannten. Wissenschaftlich in ornithologischer Hinsicht darf das untere Senegalgebiet noch heute als eine völlige Terra incognita bezeichnet werden. Viel ist noch an gründlicher Forschung in diesem Gebiet, aus dem wir noch keine Entenspezies kennen, aus dem bis heute keine endemischen Arten nachgewiesen wurden, aus dessen Steppen-, Busch- und Grasland nur zwei Lerchenarten bekannt sind, usw., zu leisten. Viele interessante Fragen harren hier in zoogeographischer Hinsicht der Lösung. Es bleibt festzustellen, wo sich am Senegal das tropische und das paläarktische Faunengebiet sondern, und was die vermutlichen Urwälder des Gebietes an Arten enthalten. Die von *Verreaux* gegebenen Mitteilungen über die in den 50er Jahren des verflossenen Jahrhunderts angeblich von Galam am oberen Senegal erhaltenen Sammlungen sind nachzuprüfen. Ferner wird die interessante Frage zu erörtern sein, wie weit sich die Vogelfaunen des Senegal und des Gambia unterscheiden. *Neumann* ist nicht der Ansicht *Reichenows*, daß die Avifauna des Senegal einem ostsüdlichen Steppengebiet, die des Gambia einem westlichen Waldgebiet zuzuweisen sei. Auch im Westen, im Innern Kameruns und in Nordangola gibt es ausgedehnte Steppengebiete mit typischer Steppenfauna, die von denen Ost- und Südafrikas nur wenig verschieden sind. Sollten spätere Forschungen bestätigen, daß Formen, die wir heute nur vom Gambia kennen, auch am oberen Senegal vorkommen, so würde damit der Beweis erbracht sein, daß zwischen Senegal und Gambia faunistisch kein Unterschied besteht, daß nur an ersterem Fluß mehr Steppenland, an letzterem mehr Waldgebiet vorherrscht. *H. Schalow, Berlin.*

Zur Hydrophysik des Zürich- und des Walensees, nebst Beitrag zur Hydrochemie und Hydrobakteriologie des Zürichsees. *(Leo Minder, Archiv für Hydrobiologie, XII,* S. 122—194.) Die thermische Sprungschicht ist in erster Linie eine Folge der Wärmestauung in den obersten Wasserschichten, hervorgerufen durch die an der Oberfläche am stärksten stattfindende Absorption der Wärmestrahlen und das schwache Leitungsvermögen des Wassers. Ihre Ausbildung beginnt vor dem Maximum der ins Wasser eindringenden Strahlungsenergie an der Wasseroberfläche und rückt infolge der Tag- und Nachtoszillationen in geringe Tiefe (im Zürichsee in etwa 5 m). Bei fortschreitender Jahreszeit nach überschrittenem Wärmemaximum wird sie durch die Konvektionsströmungen immer tiefer abwärts geschoben, bis sie im Spätherbst in der Tiefe verschwindet. Man kann also einen Frühjahrstypus der Sprungschicht (obere Grenze der Sprungschicht an oder nahe der Oberfläche) und einen Herbsttypus (obere Grenze in größerer Tiefe) unterscheiden. — Der Zürichsee ist im Sinne *Forels* ein temperierter See, der Walensee ein tropischer See (bedeutende Tiefe, steile Ufer, daher relativ kleine Oberfläche, also auch geringe Möglichkeit der Wärmeaufnahme bzw. -ausstrahlung).

Die maximale Sichttiefe beträgt im Zürichsee 11.4 m, im Walensee 16,8 m. Die Sichttiefe steigt mit zunehmender Sommerteilzirkulation, erreicht bei Vollzirkulation — also im Winter bzw. Frühling — ihren Höhepunkt und sinkt mit beginnender Sommerstagnation. „Durch die Konvektionsströmungen werden also die sonst mehr oberflächlich angehäuften Suspensionen, im Zürichsee fast nur das Phytoplankton ohne aktive Lokomotion, auf die ganze Tiefe verteilt, so daß die Transparenz in diesem Sinne wächst." Lichtintensitätsmessungen mit photographischen Platten (die mittels eines besonders konstruierten Apparats in der Tiefe exponiert wurden) ergaben in „immerhin beträchtlicher Seetiefe" noch hohe Werte. — Farbmessungen mit der Forelschen Skala zeigten als Grundfarbe (die mittlere und häufigste Farbe) für den untersten Teil des Zürichsees die Farbe VII, für den übrigen Zürichsee die Farbe VI und für den Walensee die Farbe V.

Die Bakterienperiodizität gestaltet sich im Zürichsee so: im Sommer Minimalzahlen (meist weniger als 100 Keime im ccm) an der Oberfläche, geringe Zunahme mit der Tiefe. Im November wird das Wintermaximum durch Vermehrung vorhandener Wasserbakterien in den obersten Schichten eingeleitet. Durch die Konvektionsströmungen werden die entstandenen Bakterienmengen mehr und mehr nach der Tiefe hin verteilt, so daß schon im Dezember gleichmäßig hohe Zahlen in allen Schichten gefunden werden. Mit beginnender Sommerstagnation gehen die hohen Bakterienzahlen des Winters (ca. 3—5000) zum Sommerminimum über, und zwar in den höheren Schichten rascher, in den tieferen langsamer. Die Bakterienperiodizität ist eine Funktion von Dauer und Intensität der Sonnenstrahlung; die sommerliche Bakterienzunahme nach der Tiefe stimmt etwa überein mit der Abnahme der photochemisch wirksamen Strahlen. Die Bakterienmenge im See wird also durch die Größe dieses entwicklungshemmenden Faktors bestimmt, während die Konvektionsströmungen eine wichtige Rolle als Bakterienverteiler in vertikaler Richtung spielen.

Thienemann, Plön.

Neue Berechnung der Schwerestörungen auf dem Atlantischen Ozean. (Dr. *H. Wolff,* Dozent a. d. Techn. Hochschule Berlin, *Zeitschr. f. Verw. Wesen* Heft 2, 1918.) In seiner Dissertation „Die Schwerkraft auf dem Meere und die Hypothese von *Pratt*" hatte der Verfasser u. a. eine *neue* Ausgleichung der Heckerschen Beobachtungen auf dem Atlantischen Ozean vorgenommen. Die Grundlage für diese neue Ausgleichung bildeten die Fehlergleichungen von *Schiötz* in dessen Arbeit „Über die Schwerkraft auf dem Meere längs dem Abfall der Kontinente gegen die Tiefe". Weil nun *Schiötz* bei seiner Ausgleichung die Fahrtkorrektion *nicht* berücksichtigt und außerdem die Beobachtungen bei Schiff *ohne* Fahrt mit denen bei Schiff *in* Fahrt unrechtmäßig vereinigt hatte, war von dem Verfasser in der Dissertation die neue Ausgleichung durchgeführt worden, aber nur bis zur Berechnung der übrigbleibenden Fehler aus den Fehlergleichungen. In der *jetzigen* Arbeit wurden aus den übrig bleibenden Fehlern die *Schwerestörungen* berechnet und den Heckerschen Werten gegenübergestellt. Das Ergebnis der Untersuchungen läßt sich wie folgt zusammenfassen: *„Die Neuberechnung der Schwerestörungen unter Zugrundelegung der Fehlergleichungen nach Schiötz gibt im allgemeinen keine großen Abweichungen gegenüber den Ergebnissen der von Hecker gewählten Ausgleichungsart. Die von ihm abgeleiteten Schwerestörungen erfahren nach Berücksichtigung der angegebenen kleinen Änderungen hierdurch eine gewisse Bestätigung. Autoreferat.*

Für die Redaktion verantwortlich: *Dr. Arnold Berliner,* Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.